Europäisches Patentamt
European Patent Office
Office européen des brevets

Espacenet

Bibliographic data: KR 100257903 (B1)

PLASMA ETCHING APPARATUS CAPABLE OF IN-SITU MONITORING, ITS IN-SITU MONITORING METHOD AND IN-SITU CLEANING METHOD FOR REMOVING RESIDUES IN PLASMA ETCHING CHAMBER

Publication date:	2000-08-01
Inventor(s):	CHO SUNG BUM [KR]; KIM HAK PHIL [KR]; SHIN EUN HEE [KR]; CHOI BACK SOON [KR] +
Applicant(s):	SAMSUNG ELECTRONICS CO LTD [KR] +
Classification:	- **international:** ***C23F4/00; H01J37/32; H01L21/302; H01L21/3065; H05H1/00; H05H1/46;*** (IPC1-7): H01L21/3065 - **European:** H01J37/32D1C1
Application number:	KR19970079194 19971230
Priority number (s):	KR19970079194 19971230
Also published as:	• GB 2332881 (A) • US 6146492 (A) • TW 473771 (B) • JP 11204509 (A) • DE 19844882 (A1) • more

Abstract of KR 100257903 (B1)

PURPOSE: A plasma etching device, its in-situ monitoring method and the in-situ cleaning method are provided to optimize the process recipe for performing the polysilicon plasma etching process by using a residual gas analyzer - quadrupole mass spectrometer and cleaning the etching chamber by in-situ after the etching step. CONSTITUTION: From a sampling manifold, the gas in the etching chamber is sampled. In order to decrease the initial grounding value of the gas analyzer below a predetermined level, the gas is baked and outgassed. With respect to the semiconductor wafer received in the etching chamber, the etching process for forming a polysilicon storage electrode is performed to monitor the react mechanism of the process gas. After the etching process is completed, the wafer is unloaded and the waste gas in the etching chamber is discharged. As the cleaning gas is supplied into the etching chamber with in-situ, the reaction mechanism of the cleaning gas is monitored. In addition, in order to perform the residual cleaning step, the semiconductor wafer is unloaded in the etching chamber. SF6 + Cl2 gas is supplied to the etching chamber to clean the etching residuals in the etching chamber. The residuals cleaned is pumped to be removed.

Last updated: 12.10.2011 Worldwide Database 5.7.23.2; 92p

10-0257903

(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 등록특허공보(B1)

(51) Int. Cl.[7] H01L 21/3065		(45) 공고일자	2000년08월01일
		(11) 등록번호	10-0257903
		(24) 등록일자	2000년03월06일
(21) 출원번호	10-1997-0079194	(65) 공개번호	특1999-0056999
(22) 출원일자	1997년12월30일	(43) 공개일자	1999년07월26일

(73) 특허권자 삼성전자주식회사 윤종용
경기도 수원시 팔달구 매탄3동 416
(72) 발명자 조성범
경기도 수원시 팔달구 망포동 288-2번지 세흥아파트 311호
김학필
경기도 용인시 기흥읍 농서리 산 24번지
신은희
서울특별시 관악구 신림5동 1430-31번지
최백순
서울특별시 동작구 사당2동 105번지 사당우성아파트 208동 1202호
(74) 대리인 박만순, 신용준

심사관 : 서태준

(54) 인시류 모니터링가능한 플라즈마 식각장치, 그 인시류 모니터링방법, 플라즈마 식각챔버내의 잔류물 제거를 위한 인시류 세정방법

요약

본 발명은 RGA-QMS(Residual Gas Analyzer - Quadrupole Mass Spectrometer)를 사용하여 폴리실리콘 플라즈마 식각공정 및 식각공정 수행 후 인시류(in-situ)로 식각챔버내를 세정하는 공정 레시피 최적화에 관한 것이다.

본 발명의 식각장치는, 플라즈마를 이용한 식각챔버; 공정가스 공급수단; 폐가스를 펌핑수단에 의해 제거하는 폐가스 배기수단; 식각챔버에 연결되어 식각챔버내의 가스들 차압을 이용하여 샘플링하는 샘플링 매니폴드; 및 상기 샘플링 매니폴드로부터의 샘플링가스를 분석하는 가스분석기를 구비하며, 상기 샘플링 매니폴드로부터 가스를 인라인으로 샘플링하여 식각공정 및 세정공정의 공정레시피를 최적화한다.

따라서, 공정시간의 단축과 설비의 수명연장 및 생산성 향상의 효과가 있다.

대표도

도2

명세서

도면의 간단한 설명

도1은 종래의 플라즈마 식각챔버내의 잔류물(residue) 제거를 위한 세정공정의 과정을 개략적으로 나타내는 도면이다.

도2는 본 발명의 일 실시예에 따른 인시류 모니터링가능한 플라즈마 식각장치의 주변구성을 개략적으로 나타낸 도면이다.

도3은 도2의 인시류 모니터링장치 부분을 구체적으로 도시한 도면이다.

도4는 도2의 플라즈마 식각장치에서의 식각공정 평가 및 세정공정의 과정을 개략적으로 나타내는 도면이다.

도5는 본 발명의 식각레시피1에 따른 스토리지 폴리 식각공정에 대한 주요 가스의 트렌드를 RGA-QMS로 분석한 결과를 나타낸다.

도6은 도5의 주식각단계의 특정 스캔에서의 스펙트럼을 나타낸다.

도7은 본 발명의 식각레시피1에 따른 스토리지 폴리 식각공정에 대한 식각과정을 OES로 분석한 결과를 나타낸다.

도8은 본 발명의 식각레시피2에 따른 스토리지 폴리 식각공정에 대한 주요 가스의 트렌드를

RGA-QMS로 분석한 결과를 나타낸다.

도9은 도8의 주식각단계의 특정 스캔에서의 스펙트럼을 나타낸다.

도10은 본 발명의 식각레시피2에 따른 스토리지 폴리 식각공정에 대한 식각과정을 OES로 분석한 결과를 나타낸다.

도11은 본 발명의 일 실시예에 따른 식각챔버 인시류 세정시 주요가스의 트렌드를 RGA-QMS로 분석한 결과를 나타낸다.

도12는 도11에 비하여 주식각시간을 연장한 식각챔버 인시류 세정시 주요가스의 트렌드를 RGA-QMS로 분석한 결과를 나타낸다.

도13은 본 발명의 일 실시예에 따른 최적화된 식각챔버 인시류 세정시

주요가스의 트렌드를 RGA-QMS로 분석한 결과를 나타낸다.

※도면의 주요부분에 대한 부호의 설명

10 : 식각챔버	12 : 얼라인부
14 : 로드락챔버	16 : 카세트툴입부
20 : 식각가스공급원	22 : 가스공급부
24 : 운반가스공급원	30 : 배기용진공펌프
40 : 스크러버	58 : 분기부
50 : 샘플링 매니폴드	52 : 연결부
54 : 샘플링관	56 : 샘플링포트
60, 62, 64, 66 : 에어밸브	68,70,72 : 아이솔레이션밸브
74 : 게이트밸브	76 : CM 게이지
78 : 압력조절용 배기관	80 : 가스분석기
82 : 이온게이지	84 : 질량분석기
86 : 터보펌프	88 : 배이킹용 펌프
90 : 샘플링용 펌프	

발명의 상세한 설명

발명의 목적

발명이 속하는 기술분야 및 그 분야의 종래기술

본 발명은 질량분석기를 내장한 RGA-QMS(Residual Gas Analyzer - Quadrupole Mass Spectrometer)을 사용하여 인시류 모니터링가능한 플라즈마 식각장치에 관한 것이다. 또한 질량분석기를 내장한 RGA-QMS를 사용하여 플라즈마 식각챔버에서 수행되는 폴리실리콘 식각공정과 식각챔버 내의 세정공정을 인시류(In-situ)로 모니터링하는 방법에 관한 것이다. 또한 상기 RGA-QMS를 사용하여 식각챔버 내의 가스 반응메카니즘을 모니터링하여 세정공정을 최적화시킨 플라즈마 식각챔버내의 잔류물 제거를 위한 인시류 세정방법에 관한 것이다.

반도체소자 제조공정은 일반적으로 특정의 조건이 형성된 공정챔버 내에서 수행되며, 특히 플라즈마 식각, 플라즈마 CVD(PECVD) 공정에서는 많은 반응부산물이 생성되며. 이들은 사용되는 가스나 포토레지스트 등과 반응하여 고분자물질(Polymer)를 생성하게 된다. 플라즈마 공정에서 발생된 이러한 반응부산물들은 웨이퍼 표면이나 공정챔버의 내벽에도 부착되기 때문에 공정 파라미터의 변동 및 파티클 발생을 초래하게 된다. 이들은 반도체 제조공정 수행중 웨이퍼의 디펙트요인이 되어 수율저하를 초래한다.

이러한 디펙트요인의 감소를 위해 일정시간 동안 공정챔버의 반복된 피엠(Preventive Maintenance:PM)을 수행하게 되나 설비의 운휴시간은 반도체장치의 생산성을 저하시키는 요인으로 작용한다.

종래의 일반적인 공정챔버의 피엠과정을 도1에 도시하였다. 상기 피엠과정을 살펴보면, 먼저 반도체 웨이퍼에 대한 특정의 공정을 수행한 후 시스템의 전력을 오프하여 시스템 가동중지를 하고 시스템을 냉각시킨다. 공정챔버가 충분히 냉각되면 공정챔버 내의 부품들을 차례로 해체 제거하며, 이어서 제거된 각 부품들을 습식식각하여 플라즈마에 의한 반응부산물들을 세정시킨다. 상기 습식식각은 공정챔버내의 폴리실리콘막이나 실리콘나이트라이드막을 제거하기 위하여 통상 불화수소(HF) 계통의 화학약품을 사용한다. 이어서 제거된 부품들은 공정챔버 내에 조립한 후, 진공펌프를 가동하여 공정챔버가 소정의 압력이 유지되도록 펌핑을 수행하며, 테스트할 웨이퍼를 공정챔버 내로 로딩한 후 소정의 에이징(aging)을 수행한 후 파티클 측정을 하는 등의 공정챔버 내에서 실제 공정을 수행할 수 있는 조건이 구비될 수 있는 지 여부를 판단하는 공정 보증(Process Recertification)을 실시한다.

그러나 이와 같은 피엠방법은 그 비용 및 노동력의 소모가 클 뿐만아니라 소요시간도 24시간

이상이 걸리는 등의 문제점이 있다. 이러한 문제점을 극복하기 위하여 상기 습식식각을 수행하는 대신에 NF_3,CF_4 가스를 이용한 플라즈마식각을 하거나, 열적 스트레스에 의해 챔버내에 형성된 막을 제거하는 열적쇼크기술(Thermal Shock Technology)을 사용하기도 하였으며, ClF_3, BrF_5 가스를 사용하여 건식식각을 수행하기도 하였다.

그러나 이러한 기술들을 사용하더라도 여전히 튜브를을 제거 및 조립하여야하기 때문에 그 처리비용 및 노동력의 소모가 클 뿐만아니라 소요시간도 상당히 걸리는 등의 문제점이 있다.

또한 일부 건식 식각가스를 사용하여 인시류로 공정챔버 내를 세정하는 방법이 제기되기도 하였지만 세정시 공정챔버 내의 가스의 정확한 반응메카니즘을 알 수가 없어서 세정의 효과를 정확히 파악할 수 없다는 문제점이 있었다.

발명이 이루고자 하는 기술적 과제

본 발명의 목적은, 상기 종래기술들의 문제점을 해결하기 위한 것으로서, 세정가스 공급수단, 샘플링 매니폴드 및 가스분석기를 구비하여 인시류로 플라즈마 식각챔버 내를 정확하게 세정할 수 있도록 한 인시류 모니터링가능한 플라즈마 식각장치를 제공하는 데 있다.

본 발명의 다른 목적은, 상기 본 발명의 플라즈마 식각장치에서 반도체 웨이퍼에 대한 폴리실리콘 스토리지전극 형성을 위한 식각공정과 식각공정 수행 후 식각챔버를 인시류로 세정하는 세정공정을 인시류로 모니터링하는 방법을 제공하는 데 있다.

본 발명의 또다른 목적은, RGA-QMS를 이용하여 플라즈마 식각챔버에 잔류하는 잔류물을 제거하는 최적화된 인시류 세정방법을 제공하는 데 있다.

발명의 구성 및 작용

상기 목적을 달성하기 위한 본 발명에 따른 인시류 모니터링가능한 플라즈마 식각장치는, 플라즈마를 이용한 식각공정이 수행되는 식각챔버; 상기 식각챔버에 공정가스를 공급하기 위한 공정가스 공급수단; 상기 식각챔버로부터 공정수행 후의 폐가스를 펌핑수단에 의해 제거하는 폐가스 배기수단;상기 식각챔버에 연결되어 식각챔버내의 가스를 차압을 이용하여 샘플링하는 샘플링 매니폴드; 및 상기 샘플링 매니폴드로부터의 샘플링가스를 분석하는 가스분석기를 구비하여 이루어진다.

상기 식각챔버는 플라즈마를 이용하여 반도체 커패시터의 스토리지 폴리실리콘 전극 형성을 위한 식각공정이 이루어지는 식각챔버이며, 상기 공정가스 공급수단에 의해 SF_6 및 Cl_2 가스를 포함하는 공정가스가 공급되며, 이외에도 첨가가스나 운반가스(carrier gas)가 공급될 수 있다.

운반가스, 예를 들어 질소가스가 상기 식각챔버 및 상기 샘플링 매니폴드에 더 공급될 수 있으며, 상기 식각챔버 내에는 특정가스의 파장변화를 모니터링할 수 있는 OES(Optical Emission Spectroscope)가 더 설치될 수 있으며, 또한 상기 식각챔버는 식각대상물을 고진공하에서 대기시켜 놓는 로드락챔버와 결합되어 있으며, 상기 식각챔버와 로드락챔버에는 압력변화의 추이를 모니터링할 수 있는 오실로스코프(Oscilloscope)가 각기 더 설치될 수 있다.

상기 샘플링 매니폴드에는 상기 식각챔버내의 압력과 동일하게 유지될 수 있도록 임계 오리피스가 설치되어 있어 차압을 이용하여 샘플링이 가능하도록 하며, 보다 구체적으로는 상기 샘플링 매니폴드는 상기 식각챔버와의 연결부로부터 순차적으로 제 1 에어밸브, 제 2 에어밸브, 제 1 아이솔레이션밸브, 제 2 아이솔레이션밸브, 제 3 아이솔레이션밸브 및 게이트밸브가 설치되어 있다. 상기 샘플링 매니폴드에는 퍼지용으로 운반가스가 공급되며, 상기 운반가스 공급라인은 운반가스 공급원으로부터 상기 제 1 및 제 2 에어밸브에 각기 연결되며 중간에 각기 제 3 및 제 4 에어밸브를 구비하여 가스분석기의 신뢰도를 높일 수 있다.

상기 샘플링 매니폴드의 제 1 아이솔레이션밸브와 제 2 아이솔레이션밸브 사이에는 CM(Capacitance Manometer)게이지 및 상기 식각챔버와 샘플링 매니폴드 사이의 압력을 조절할 수 있도록 펌프를 구비하는 압력조절용 배기라인을 더 설치할 수 있으며, 상기 폐가스 배기수단의 펌핑수단을 경유한 폐가스를 세정하기 위한 스크러버가 더 설치되어 대기오염을 방지할 수 있다.

상기 가스분석기는 질량분석기, 터보펌프 및 베이킹용 펌프를 내장한 RGA-QMS(Residual Gas Analyzer - Quadrupole Mass Spectrometer)를 사용한다.

본 발명의 상기 다른 목적을 달성하기 위한 플라즈마 식각장치의 인시류 모니터링방법은, 플라즈마를 이용한 식각챔버, 상기 식각챔버에 공정가스를 공급하기 위한 공정가스 공급수단, 상기 식각챔버로부터 공정수행 후의 폐가스를 펌핑수단에 의해 제거하는 폐가스 배기수단, 상기 식각챔버에 연결되어 식각챔버내의 가스를 차압을 이용하여 샘플링하는 샘플링 매니폴드 및 상기 샘플링 매니폴드로부터의 샘플링가스를 분석하는 가스분석기를 구비하여 이루어진 플라즈마 식각장치의 인시류 모니터링방법에 있어서, 상기 샘플링 매니폴드로부터 상기 식각챔버내의 가스를 샘플링을 시작하는 단계;상기 가스분석기의 최초 바탕값을 일정 수준이하로 낮추기 위하여 상기 가스를 베이킹하면서 아웃개싱(outgassing)하는 단계; 상기 식각챔버내에 수용된 반도체 웨이퍼에 대하여 폴리실리콘 스토리지 전극 형성을 위한 식각공정을 수행하면서 공정가스의 반응메카니즘을 모니터링하는 단계; 상기 식각공정이 완료된 후 상기 웨이퍼를 언로딩한 후 상기 식각챔버내의 폐가스를 배기하는 단계; 및 상기 식각챔버에 세정가스를 인시류로 공급하면서 식각챔버 내의 세정가스의 반응메카니즘을 모니터링하는 단계를 구비하여 이루어진다.

상기 폴리실리콘 식각공정의 식각가스는 Cl_2 가스를 사용할 수 있으며, 상기 식각챔버 내에는 OES(Optical Emission Spectroscope)를 더 설치하여 상기 식각공정시 $SiCl_x$가스의 파장변화를 더

모니터링할 수 있다.

상기 폴리실리콘 식각공정의 식각가스는 $SF_6 + Cl_2$ 가스를 사용할 수 있으며, 상기 식각챔버 내에는 OES를 더 설치하여 상기 식각공정시 SiF_x가스의 파장변화를 더 모니터링할 수도 있다. 또한 상기 세정가스는 $Cl_2 + SF_6$ 가스를 사용하며, 상기 식각챔버 내에는 OES를 더 설치하여 상기 세정공정시 SiF_x가스의 파장변화를 더 모니터링할 수도 있다.

상기 식각챔버는 식각대상물을 고진공하에서 대기시켜 놓는 로드락챔버와 결합되어 있으며, 상기 식각챔버와 로드락챔버에는 압력변화의 추이를 모니터링할 수 있는 오실로스코프(Oscilloscope)가 각기 설치되어 있으며, 상기 식각공정이 수행된 웨이퍼의 언로딩공정을 상기 식각챔버와 로드락챔버의 압력변화를 모니터링하면서 수행할 수 있으며, 상기 샘플링 매니폴드에 의하여 샘플링 동작을 하지 않을 때에는 상기 샘플링 매니폴드와 가스분석기를 퍼지가스를 이용하여 계속적으로 퍼지하여 분석의 신뢰도를 높일 수 있다.

또한 상기 샘플링 매니폴드에 의하여 새로운 샘플링 동작을 수행하기 전에는 항상 상기 가스분석기 내의 가스를 베이킹하면서 아웃개싱(Outgassing)하여 바탕값을 일정 수준이하로 낮추어 주는 것이 분석의 신뢰도 향상면에서 또한 바람직하다.

한편, 본 발명의 상기 또다른 목적을 달성하기 위한 플라즈마 식각챔버의 잔류물제거를 위한 인시류 세정방법은, 플라즈마를 이용한 반도체 커패시터의 폴리실리콘 스토리지 전극 형성을 위한 식각공정이 수행된 플라즈마 식각챔버의 잔류물제거를 위한 인시류 세정방법에 있어서, 상기 식각공정이 수행된 반도체 웨이퍼를 식각챔버로부터 언로딩하는 단계; 상기 식각챔버 내로 $SF_6 + Cl_2$ 가스를 공급하여 식각챔버내의 식각 잔류물을 세정하는 단계; 및 상기 식각챔버 내의 세정된 잔류물을 펌핑하여 제거하는 단계를 구비하여 이루어진다.

상기 웨이퍼를 언로딩한 후 식각챔버 내의 폐가스를 배기하는 단계를 더 구비할 수 있으며, 상기 식각챔버에는 식각챔버 내의 가스를 차압을 이용하여 샘플링할 수 있는 샘플링 매니폴드가 설치되며, 상기 샘플링 매니폴드로부터 샘플링된 가스를 분석하는 RGA-QMS가 설치되어 상기 식각잔류물 세정공정시 가스의 반응메카니즘을 모니터링할 수 있도록 하는 것이 바람직하다.

또한, 상기 RGA-QMS의 모니터링 결과를 분석하여 상기 세정공정의 식각 종말점을 결정할 수 있으며, 상기 식각챔버 내의 압력 및 온도조건을 변경하면서 상기 RGA-QMS의 모니터링 결과를 분석하여 상기 세정공정의 식각 종말점을 최적화하는 것이 바람직하다.

상기 식각챔버 내의 잔류물 제거를 위한 세정단계와 펌핑단계 사이에 에이징(aging) 단계를 더 수행할 수 있으며, 상기 에이징단계에서는 식각챔버 내에 상기 SF_6 가스의 공급을 중단하고 Cl_2 가스를 공급하면서 수행하며, 식각챔버 내에 N_2 가스를 더 공급하면서 수행할 수도 있다.

본 발명에 의하면 상기 샘플링 매니폴드 및 가스분석기에 의하여 반도체 커패시터의 폴리실리콘 스토리지전극 형성을 위한 플라즈마 식각공정이 수행된 뒤만 아니라 인시류로 식각챔버 내의 세정공정을 실시할 때에도 그 가스의 반응메카니즘을 정확히 모니터링할 수 있으며, 따라서 그 세정공정의 레시피도 최적화하여 공정의 단순화 및 생산성을 향상시킬 수 있다.

이하, 본 발명의 구체적인 실시예를 첨부한 도면을 참조하여 상세히 설명한다.

도2는 본 발명의 일 실시예에 따른 인시류 모니터링가능한 플라즈마 식각장치의 주변구성을 개략적으로 나타낸 도면이며, 도3은 도2의 인시류 모니터링장치 부분을 구체적으로 도시한 도면이다.

상기 식각장치는 플라즈마 건식식각장치로서, 중앙에 이송로봇(도시안됨)이 위치하는 로드락챔버(14)를 중심으로 웨이퍼를 수용한 카세트를 로드락챔버(14)로 출입시킬 수 있는 카세트출입부(16), 웨이퍼의 플랫존을 얼라인시키는 얼라인부(12) 및 식각공정이 수행되는 식각챔버(10)가 방사상으로 배치되어 있다.

상기 식각챔버(10)는 플라즈마를 이용한 식각공정이 수행될 수 있다. 상기 식각챔버(10)에는 식각가스가 식각가스공급원(20)으로부터 가스공급부(22)를 거쳐 식각챔버(10)로 공급되며, 운반가스로서 예를들어 질소가스가 운반가스공급원(24)으로부터 역시 가스공급부(22)를 거쳐 식각가스와 함께 식각챔버(10) 내로 공급된다. 한편, 식각공정수행 후의 폐가스는 배기용진공펌프(30)에 의하여 배기관을 통하여 스크러버(40)를 거쳐 세정된 후 배기되어진다.

한편, 식각챔버(10) 내에서 발생되는 가스의 변화 메카니즘을 측정하기 위하여 상기 식각챔버(10)로부터 가스를 샘플링할 수 있는 샘플링 매니폴드(50)가 설치되며, 상기 샘플링 매니폴드(50)를 거친 샘플링가스는 가스분석기(80)를 통하여 인라인으로 모니터링될 수 있으며, 지속적인 샘플링과 가스분석을 위해 상기 가스분석기(80)의 후단에는 샘플링을 진공펌프(100)이 설치되어 있으며, 상기 스크러버(40)에서 세정된 후 배기되어진다.

한편, 상기 식각챔버(10)에는 OES(Optical Emission Spectroscopy)가 더 설치될 수 있다. OES는 플라즈마 건식식각공정이나 CVD공정 등에서 사용 가스나 웨이퍼와의 반응생성물에 방사하는 빛의 특정 파장의 인텐시티(Intensity) 변화를 측정할 수 있는 장치로서, 빛의 색깔과 파장이 가스의 종류와 식각되는 막질에 따라 다르므로 빛의 파장의 인텐시티를 측정하여 파장이 급격하게 변하는 시점의 그래프를 통하여 식각하고져 하는 막질과 그 하부막질의 경계점에서 식각의 종료점을 포착하여 식각시간을 결정하게 된다.

한편, 식각챔버(10) 내로 웨이퍼의 로딩/언로딩시 식각챔버(10)와 로드락챔버(14) 사이의 압력차에 의하여 식각챔버(10) 내의 파티클 등이 로드락챔버(14)로 역류되어 다른 근접하는 식각챔버 등을 오염시킬 우려가 있기 때문에 상기 로드락챔버(14)와 식각챔버(10)에는 각기 압력센서를

15-4

설치하여 오실로스코프를 이들 압력센서 단자에 연결하여 각 단계의 압력변화를 평가할 수도 있다.

상기 가스의 샘플링 및 분석라인을 도3을 참조하여 구체적으로 살펴보면, 식각챔버(10)의 외측벽에 샘플링포트(56)를 설치하며, 상기 샘플링포트(56)에는 유연성있는 연결부(52)를 개재하여 샘플링 매니폴드(50)를 연결한다. 상기 샘플링 매니폴드(50)의 샘플링관(54)는 스테인레스 재질로 되어 있으며 직경이 3/8 인치의 관을 사용하며, 일렉트로폴리싱(electropolishing)처리가 된 것을 사용한다. 상기 샘플링관(54)을 따라 순차적으로 제 1 에어밸브(62), 제 2 에어밸브(66), 제 1 아이솔레이션밸브(68), 제 2 아이솔레이션밸브(70), 제 3 아이솔레이션밸브(72) 및 게이트밸브(74)가 형성되어 있다. 상기 제 1 및 제 2 아이솔레이션밸브(68)(70)에는 각기 100마이크론의 오리피스가 형성되며, 제 3 아이솔레이션밸브(72)에는 250 마이크론의 오리피스가 형성되어 있다.

한편, 상기 샘플링 매니폴드(50)에는 샘플링을 하지 않는 동안에도 항상적으로 퍼지가스를 공급할 수 있도록 도2에서 보여지듯이 운반가스공급원(24)으로부터 질소가스가 분기부(58)를 경유하여 하나는 상기 제 1 에어밸브(62)에 연결되고, 다른 하나는 제 2 에어밸브(66)에 연결되어 있다. 또한 상기 제 1 아이솔레이션밸브(68)와 제 2 아이솔레이션밸브(70) 사이에는 CM 게이지(76)가 설치되며, 이 사이에서 샘플링관(54)은 분기되어 가스분석기(80)에 내장된 샘플링용 펌프(90)를 경유하여 스크러버(40)에 연결된다.

한편, 상기 게이트밸브(74)가 형성된 샘플링관(54)의 후단에는 가스분석기(80)가 연결된다. 상기 가스분석기는 상용화된 RGA-QMS(Residual Gas Analyzer - Quadrupole Mass Spectrometer)를 사용하였으며, 이는 질량분석기(84)를 포함하며, 터보펌프(86)와 베이킹용 펌프(88) 및 샘플링용 펌프(90)를 통과하여 상기 스크러버(40)에 배관연결된다. 상기 질량분석기(84)에는 이온게이지(82)가 설치되어 있다.

한편, 상기 가스분석기(80)로 사용된 RGA-QMS는 상용화 된 것으로서, 식각챔버(10) 내에 사용중이거나 잔류중인 가스를 샘플링하여 70 eV의 전위차로 가속된 전자와 충돌시켜 이온화시킨 후 사중극자 질량분석기(Quadrupole Mass Spectrometer)를 이용하여 직류와 교류를 일정하게 유지하며 전압의 크기에 따라 특정의 질량대 전하비(m/z)를 갖는 이온만을 통과하게 하여 질량 스펙트럼을 얻게 된다. 이때 분열에 의해 얻어지는 이온들의 조성으로 가스상의 메카니즘을 확인할 수 있게 된다. 본 발명에 사용된 RGA-QMS는 마등가능한 시스템으로 구성되며, 스퍼터링공정에서 일반적으로 사용되는 오아이에스(Open Ion Source ; OIS)와 달리 이온소오스가 차등 진공하에 있는 시아이에스(Closed Ion Source : CIS)로 되어 벌크 가스 분만아니라 공정가스의 분석이 가능하다.

한편, 상기 샘플링 매니폴드(50) 내에는 임계 오리피스(100/250 마이크론)를 사용하여 식각챔버내의 압력이하로 샘플링압력을 일정하게 조절하였다.

도4는 도2의 식각장치 내에서의 식각공정 및 인시류 세정공정의 진행상태를 개략적으로 나타내는 도면이며, 먼저 RGA-QMS 적용평가를 수행한다. 즉 상기 샘플링 매니폴드(50)에 가스분석기(80)을 연결하고 제 1 에어밸브(62)와 제 3 에어밸브(60)를 폴로즈시키고 제 2 에어밸브(66)와 제 4 에어밸브(64)를 오픈시켜 RGA-QMS(80)로 N_2 가스를 상시 퍼지시킨다. 이어서 상기 제 4 에어밸브(64)를 폴로즈시키고 제 1 에어밸브(62)를 오픈시켜 상기 공정챔버(10)내의 가스를 샘플링을 시작한다. 이때 CM 게이지(76)에 나타난 압력을 기준으로 하여 필요시 샘플링용펌프(90)를 가동하여 식각챔버(10)와 샘플링관(54) 내의 압력을 조절한다.

이어서, RGA-QMS 베이킹 평가를 수행한다. 즉, RGA-QMS의 챔버(도시안됨) 내에 사중극자 질량분석기를 설치한 후 바탕값(background)을 낮추기 위하여 베이킹(baking)을 실시한다. RGA-QMS는 분석기기 자체의 오염에 민감한 설비이기 때문에 모든 평가시마다 그 백그라운드 스펙트럼을 평가하여 수분, 산소 성분의 오염 수준을 평가하여 그 수준이 다소 높을 때에는 RGA-QMS 챔버 자체는 250℃ 수준으로 베이킹하고, 샘플링 매니폴드는 150 ℃ 수준으로 베이킹을 실시하여 오염을 최소화하고 오염수준을 관리한다. 즉, 베이킹을 실시하여 각 분자성 불순물(H_2O, H_2, O_2, Ar, CO_2 등)에 대한 인텐시티로서 부분압의 크기(Amplitude, PPM)를 모니터링하고, 베이킹을 통하여 불순물의 아웃개싱(outgasing)을 가속화시켜 RGA-QMS의 최초 바탕값을 수준을 평가한다.

이어서, 반도체 웨이퍼에 대한 특정 공정을 진행시키고 계속적으로 샘플링하여 공정진행 사항을 평가한다. 즉, 예를 들어 DRAM 공정의 스토리지-폴리전극 형성을 위한 식각공정의 중요 단계인 주식각(main etch)과 과식각(over etch)등에서 식각가스의 반응메카니즘을 인라인으로 모니터링하여 평가한다.

이어서, S-폴리 식각공정이 완료된 웨이퍼를 식각챔버로부터 언로딩한 후 세정가스를 식각챔버내로 공급하면서 인시류로 식각챔버내를 세정한다. 세정공정이 진행되는 동안에도 RGA-QMS로 식각가스를 계속 샘플링하여 세정공정시 가스의 반응메카니즘을 항시 모니터링하여 평가하며, 세정공정 전후의 가스분석이나 파티클 등 불순물의 평가를 통하여 인시류 세정공정의 효과를 파악하며, 최종적으로 세정공정의 시간, 압력, 온도 등의 레시피를 최적화한다.

본 발명에서 샘플링 매니폴드의 250 마이크론 임계 오리피스를 사용하여 비교적 낮은 압력(0 내지 50 mtorr)인 식각공정을 평가할 수 있었으며, 상기 RGA-QMS은 1 내지 200 amu 범위의 스펙트럼을 6.7초 내에 스캔(scan)하였다. 매 분석마다 샘플링 전후 RGA-QMS 및 샘플링 튜브의 바탕값 스펙트럼을 확인하여 분석결과의 신뢰성을 확보하였다.

본 발명의 실시예에서 스토리지 폴리실리콘 식각공정은 두 가지 식각레시피 하에서 수행하였다.

먼저, 식각레시피1은 스트리지 폴리실리콘 식각가스로서 Cl_2 가스를 사용한 경우로서, 도5는 식각레시피1에 따른 스토리지 폴리실리콘 식각공정에 대한 주요 가스의 인텐시티(amplitude, ppm) 트

15-5

렌드를 RGA-QMS로 분석한 결과를 나타내며, 도8은 도5의 주식각단계의 293 스캔에서의 스펙트럼을 나타내며, 도7은 식각레시피1에 따른 스토리지 폴리실리콘 식각공정에 대한 식각과정을 OES로 분석한 결과를 나타낸다.

도5 및 도6으로부터 에천트인 Cl_2에 의해 폴리실리콘이 $SiCl_x(SiCl^+, SiCl_3^+)$가스의 형태로 식각됨을 알 수 있으며, RGA-QMS상의 $SiCl_3^+$의 거동은 도7의 405 nm의 EPD(End Point Detection) 스펙트럼의 결과와 잘 일치함을 알 수 있다.

다음으로, 식각레시피2는 스트리지 폴리실리콘 식각가스로서 $SF_6 + Cl_2$ 가스를 사용한 경우로서, 도8은 식각레시피2에 따른 스토리지 폴리실리콘 식각공정에 대한 주요 가스의 인텐시티(amplitude, ppm) 트렌드를 RGA-QMS로 분석한 결과를 나타내며, 도9는 도8의 주식각단계의 172 스캔에서의 스펙트럼을 나타내며, 도10은 식각레시피2에 따른 스토리지 폴리실리콘 식각공정에 대한 식각과정을 OES로 분석한 결과를 나타낸다.

상기 식각레시피2에서는 폴리실리콘을 $SF_6 + Cl_2$ 가스를 이용하여 주식각한 후 Cl_2 가스를 이용하여 과식각한다. SF_6 자체는 불활성가스이나 RF장에서는 리액티브 플루오라이드 이온을 형성하여 Cl_2 가스와 함께 폴리실리콘 식각에 사용될 수 있다.

도5 및 도8의 분석결과로부터 SF_6 와 Cl_2 가스가 에천트로 작용하여 생성되는 주요 생성물은 $SiF_x(SiF^+, SiF_2^+, SiF_3^+)$가스이며, $SiCl_xF_y(SiCl^+, SiClF_2^+, SiCl_2F_2^+, SiCl_2F^+, SiClF_3^+)$가스의 형태로도 식각됨을 알 수 있으며, RGA-QMS상의 가스의 거동은 도10의 EPD(End Point Detection) 스펙트럼의 결과와 잘 일치함을 알 수 있다. 도10에서 RF 파워온되는 3단계 이후 주식각이 이루어지며, RF 파워오프되는 4단계를 거쳐 안정화된 후 RF 파워온되는 5단계 후 과식각공정이 수행되는 것을 알 수 있다.

본 발명의 실시예에서 식각챔버를 인시류로 세정하는 공정은 3 단계로 이루어진다. 즉, 에천트로서 $SF_6 + Cl_2$ 가스를 사용하는 식각단계, Cl_2 가스를 사용하는 에이징(aging)단계 및 폐가스에 대한 펌핑단계로 이루어진다.

도11은 본 발명의 일 실시예에 따른 식각챔버 인시류 세정시 식각시간을 80초로 하여 주요가스의 트렌드를 RGA-QMS로 분석한 결과를 나타내며, F 원자가 리액티브 에천트로 작용하여 식각챔버 내의 폴리머를 SiF_x의 형태로 식각함을 알 수 있다. 그 밖에 SOF^+, SO_2^+, 등의 부산물도 검출됨을 알 수 있다.

도11로부터 식각(세정)의 주 생성물인 SiF_3^+는 식각 시작 직후 급격히 증가하였다가 서서히 감소하고 식각이 끝나지 사라져 엔드 포인트를 정확하게 확인할 수 없었다. 도12는 도11에 비하여 식각시간을 120초로 연장한 식각챔버 인시류 세정시 주요가스의 트렌드를 RGA-QMS로 분석한 결과를 나타낸다. 도12로부터 약 74초에서 식각이 완료됨을 알 수 있다.

도13은 상기 식각시간을 변경평가하여 최적화된 식각챔버 인시류 세정시

주요가스의 트렌드를 RGA-QMS로 분석한 결과를 나타낸다. 즉, $SF_6 + Cl_2$ 가스를 이용하여 식각하는 식각단계는 시간 100초, 압력 15 mt 및 RF파워 400W 하에서 수행하며, 에이징단계는 시간 30초, 압력 20 mt, RF 파워 400W 하에서 Cl_2 가스하에서 수행하며, 질소가스를 일부 공급해준다. RF 파워를 오프시킨 후 펌핑단계를 300초간 수행하였다.

상기 본 발명의 인시류 세정공정의 효과를 파악하기 위하여 파티클분석과 에이징시 실리콘 웍 사이드 웨이퍼 표면의 파티클을 서프스캔(SURFSCAN)으로 분석한 바에 의하면, 인시류 세정공정 후에도 파티클수가 줄어드는 것을 알 수 있었다.

한편, 세정공정의 전후에서 식각챔버내의 Fe, Cr, Ni, Zn, Ti, S, Cl, F, NH_4 등의 금속성/이온성 불순물을 TXRF (Total X-ray Reflection Fluorescence) /HPIC(High Performance Ion Chromatography)로 측정하여 세정공정의 효과를 판단할 수도 있다.

발명의 효과

따라서, 본 발명에 의하면 RGA-QMS를 이용하여 식각챔버를 인시류 모니터링함으로써 식각공정과 세정공정 중의 실제 가스상의 반응메카니즘을 평가할 수 있었으며, 이를 토대로 폴리실리콘 식각시 리액티브 에천트, 반응생성물을 확인 규명하여 반응메카니즘과 엔드포인트를 정확하게 확인할 수 있었으며, 세정공정시 식각시간을 최적화하여 불필요한 세정시간을 감소시켰으며, 파티클 발생을 억제하였으며, 설비의 가동율도 향상시키는 효과가 있다.

이상에서 본 발명은 기재된 구체예에 대해서만 상세히 설명되었지만 본 발명의 기술사상 범위내에서 다양한 변형 및 수정이 가능함은 당업자에게 있어서 명백한 것이며, 이러한 변형 및 수정이 첨부된 특허청구범위에 속함은 당연한 것이다.

(57) 청구의 범위

청구항 1

플라즈마를 이용한 식각공정이 수행되는 식각챔버:

15-6

상기 식각챔버에 공정가스를 공급하기 위한 공정가스 공급수단:

상기 식각챔버로부터 공정수행 후의 폐가스를 펌핑수단에 의해 제거하는 폐가스 배기수단:

상기 식각챔버에 연결되어 식각챔버내의 가스를 차압을 이용하여 샘플링하는 샘플링 매니폴드: 및

상기 샘플링 매니폴드로부터의 샘플링가스를 분석하는 가스분석기:

를 구비하여 이루어진 것을 특징으로 하는 인시류 모니터링가능한 플라즈마 식각장치.

청구항 2

제 1 항에 있어서,

상기 식각챔버는 플라즈마를 이용하여 반도체 커패시터의 스토리지 폴리실리콘 전극 형성을 위한 식각공정이 이루어지는 챔버임을 특징으로 하는 상기 인시류 모니터링가능한 플라즈마 식각장치.

청구항 3

제 2 항에 있어서,

상기 공정가스 공급수단에 의해 SF_6 및 Cl_2 가스를 포함하는 공정가스가 공급되는 것을 특징으로 하는 상기 인시류 모니터링가능한 플라즈마 식각장치.

청구항 4

제 1 항에 있어서,

운반가스가 상기 식각챔버 및 상기 샘플링 매니폴드에 더 공급될 수 있는 것을 특징으로 하는 상기 인시류 모니터링가능한 플라즈마 식각장치.

청구항 5

제 1 항에 있어서,

상기 식각챔버 내에는 특정가스의 파장변화를 모니터링할 수 있는 OES(Optical Emission Spectroscope)가 설치되어 있는 것을 특징으로 하는 상기 인시류 모니터링가능한 플라즈마 식각장치.

청구항 6

제 1 항에 있어서,

상기 식각챔버는 식각대상물을 고진공하에서 대기시켜 놓는 로드락챔버와 결합되어 있으며, 상기 식각챔버와 로드락챔버에는 압력변화의 추이를 모니터링할 수 있는 오실로스코프(Oscilloscope)가 각기 설치되어 있는 것을 특징으로 하는 상기 인시류 모니터링가능한 플라즈마 식각장치.

청구항 7

제 1 항에 있어서,

상기 샘플링 매니폴드에는 상기 식각챔버내의 압력과 동일하게 유지될 수 있도록 일게 오리피스가 설치되어 있는 것을 특징으로 하는 상기 인시류 모니터링가능한 플라즈마 식각장치.

청구항 8

제 7 항에 있어서,

상기 샘플링 매니폴드는 상기 식각챔버와의 연결부로부터 순차적으로 제 1 에어밸브, 제 2 에어밸브, 제 1 아이솔레이션밸브, 제 2 아이솔레이션밸브, 제 3 아이솔레이션밸브 및 게이트밸브가 설치되어 있는 것을 특징으로 하는 상기 인시류 모니터링가능한 플라즈마 식각장치.

청구항 9

제 8 항에 있어서,

상기 샘플링 매니폴드에는 퍼지용으로 운반가스가 공급되며, 상기 운반가스 공급라인은 운반가스 공급원으로부터 상기 제 1 및 제 2 에어밸브에 각기 연결되며 중간에 각기 제 3 및 제 4 에어밸브를 구비하는 것을 특징으로 하는 상기 인시류 모니터링가능한 플라즈마 식각장치.

청구항 10

제 8 항에 있어서,

상기 샘플링 매니폴드의 제 1 아이솔레이션밸브와 제 2 아이솔레이션밸브 사이에는 CM(Capacitance Manometer)게이지 및 상기 식각챔버와 샘플링 매니폴드 사이의 압력을 조절할 수 있는 펌프를 구비하는 압력조절용 배기라인이 더 설치되는 것을 특징으로 하는 상기 인시류 모니터링가능한 플라즈마 식각장치.

청구항 11

15-7

제 8 항에 있어서,

상기 샘플링 매니폴드의 제 1 아이솔레이션밸브, 제 2 아이솔레이션밸브 및 제 3 아이솔레이션밸브의 오리피스는 각기 100 마이크론, 100 마이크론 및 250 마이크론인 것을 특징으로 하는 상기 인시류 모니터링가능한 플라즈마 식각장치.

청구항 12

제 1 항에 있어서,

상기 폐기스 배기수단의 펌핑수단을 경유한 폐가스를 세정하기 위한 스크러버가 더 설치되어 있으며, 상기 가스분석기를 경유한 가스가 상기 스크러버를 경유하여 배출되도록 하는 것을 특징으로 하는 상기 인시류 모니터링가능한 플라즈마 식각장치.

청구항 13

제 1 항에 있어서,

상기 가스분석기는 질량분석기, 터보펌프 및 베이킹용 펌프를 내장한 RGA-QMS(Residual Gas Analyzer - Quadrupole Mass Spectrometer)임을 특징으로 하는 상기 인시류 모니터링가능한 플라즈마 식각장치.

청구항 14

제 1 항에 있어서,

상기 샘플링 매니폴드는 일렉트로폴리싱(electropolishing) 처리된 스테인레스스틸 재질의 배관을 사용하는 것을 특징으로 하는 상기 인시류 모니터링가능한 플라즈마 식각장치.

청구항 15

플라즈마를 이용한 식각챔버, 상기 식각챔버에 공정가스를 공급하기 위한 공정가스 공급수단, 상기 식각챔버로부터 공정수행 후의 폐가스를 펌핑수단에 의해 제거하는 폐가스 배기수단, 상기 식각챔버에 연결되어 식각챔버내의 가스를 차압을 이용하여 샘플링하는 샘플링 매니폴드 및 상기 샘플링 매니폴드로부터의 샘플링가스를 분석하는 가스분석기를 구비하여 이루어진 플라즈마 식각장치의 인시류 모니터링방법에 있어서,

상기 샘플링 매니폴드로부터 상기 식각챔버내의 가스를 샘플링을 시작하는 단계;

상기 가스분석기의 최초 바탕값을 일정 수준이하로 낮추기 위하여 상기 가스를 베이킹하면서 아웃개싱(outgassing)하는 단계;

상기 식각챔버내에 수용된 반도체 웨이퍼에 대하여 폴리실리콘 스토리지 전극 형성을 위한 식각공정을 수행하면서 공정가스의 반응메카니즘을 모니터링하는 단계;

상기 식각공정이 완료된 후 상기 웨이퍼를 언로딩한 후 상기 식각챔버내의 폐가스를 배기하는 단계; 및

상기 식각챔버에 세정가스를 인시류로 공급하면서 식각챔버 내의 세정가스의 반응메카니즘을 모니터링하는 단계;

를 구비하여 이루어지는 것을 특징으로 하는 플라즈마 식각장치의 인시류 모니터링방법.

청구항 16

제 15 항에 있어서,

상기 폴리실리콘 식각공정의 식각가스는 Cl_2 가스이며, 상기 가스분석기는 질량분석기를 내장한 RGA-QMS임을 특징으로 하는 상기 플라즈마 식각장치의 인시류 모니터링방법.

청구항 17

제 16 항에 있어서,

상기 식각챔버 내에는 OES(Optical Emission Spectroscope)가 더 설치되어 있으며, 상기 식각공정시 $SiCl_x$가스의 파장변화를 더 모니터링하는 것을 특징으로 하는 상기 플라즈마 식각장치의 인시류 모니터링방법.

청구항 18

제 15 항에 있어서,

상기 폴리실리콘 식각공정의 식각가스는 $SF_6 + Cl_2$ 가스이며, 상기 가스분석기는 질량분석기를 내장한 RGA-QMS임을 특징으로 하는 상기 플라즈마 식각장치의 인시류 모니터링방법.

청구항 19

제 18 항에 있어서,

상기 식각챔버 내에는 OES(Optical Emission Spectroscope)가 더 설치되어 있으며, 상기 식각공정시 SiF_x가스의 파장변화를 더 모니터링하는 것을 특징으로 하는 상기 플라즈마 식각장치의

15-8

인시류 모니터링방법.

청구항 20

제 15 항에 있어서,

상기 세정가스는 $Cl_2 + SF_6$ 가스이며, 상기 가스분석기는 질량분석기를 내장한 RGA-QMS임을 특징으로 하는 상기 플라즈마 식각장치의 인시류 모니터링방법.

청구항 21

제 20 항에 있어서,

상기 식각챔버 내에는 OES(Optical Emission Spectroscope)가 더 설치되어 있으며, 상기 세정공정시 SiF_x가스의 파장변화를 더 모니터링하는 것을 특징으로 하는 상기 플라즈마 식각장치의 인시류 모니터링방법.

청구항 22

제 15 항에 있어서,

상기 식각챔버는 식각대상물을 고진공하에서 대기시켜 놓는 로드락챔버와 결합되어 있으며, 상기 식각챔버와 로드락챔버에는 압력변화의 추이를 모니터링할 수 있는 오실로스코프(Oscilloscope)가 각기 설치되어 있으며, 상기 식각공정이 수행된 웨이퍼의 언로딩공정을 상기 식각챔버와 로드락챔버의 압력변화를 모니터링하면서 수행하는 것을 특징으로 하는 상기 플라즈마 식각장치의 인시류 모니터링방법.

청구항 23

제 15 항에 있어서,

상기 샘플링 매니퓰드에 의하여 샘플링 동작을 하지 않을 때에는 상기 샘플링 매니퓰드와 가스분석기를 퍼지가스를 이용하여 계속적으로 퍼지하는 것을 특징으로 하는 상기 플라즈마 식각장치의 인시류 모니터링방법.

청구항 24

제 15 항에 있어서,

상기 샘플링 매니퓰드에 의하여 새로운 샘플링 동작을 수행하기 전에는 항상 상기 가스분석기 내의 가스를 베이킹하면서 아웃개싱(Outgassing)하여 바탕값을 일정 수준이하로 낮추어 주는 것을 특징으로 하는 상기 플라즈마 식각장치의 인시류 모니터링방법.

청구항 25

플라즈마를 이용한 반도체 커패시터의 폴리실리콘 스토리지 전극 형성을 위한 식각공정이 수행된 플라즈마 식각챔버의 잔류물제거를 위한 인시류 세정방법에 있어서,

상기 식각공정이 수행된 반도체 웨이퍼를 식각챔버로부터 언로딩하는 단계;

상기 식각챔버 내로 $SF_6 + Cl_2$ 가스를 공급하여 식각챔버내의 식각 잔류물을 세정하는 단계; 및

상기 식각챔버 내의 세정된 잔류물을 펌핑하여 제거하는 단계;

를 구비하여 이루어진 것을 특징으로 하는 플라즈마 식각챔버의 잔류물제거를 위한 인시류 세정방법.

청구항 26

제 25 항에 있어서,

상기 웨이퍼를 언로딩한 후 식각챔버 내의 폐가스를 배기하는 단계를 더 구비하는 것을 특징으로 하는 상기 플라즈마 식각챔버의 잔류물제거를 위한 인시류 세정방법.

청구항 27

제 25 항에 있어서,

상기 식각챔버에는 식각챔버 내의 가스를 차압을 이용하여 샘플링할 수 있는 샘플링 매니퓰드가 설치되며, 상기 샘플링 매니퓰드로부터 샘플링된 가스를 분석하는 RGA-QMS가 설치되어 상기 식각잔류물 세정공정 시 가스의 반응메카니즘을 모니터링하는 것을 특징으로 하는 상기 플라즈마 식각챔버의 잔류물제거를 위한 인시류 세정방법.

청구항 28

제 27 항에 있어서,

상기 RGA-QMS의 모니터링 결과를 분석하여 상기 세정공정의 식각 종말점을 결정하는 것을 특징으로 하는 상기 플라즈마 식각챔버의 잔류물제거를 위한 인시류 세정방법.

청구항 29

15-9

제 28 항에 있어서,

상기 식각챔버 내의 압력 및 온도조건을 변경하면서 상기 RGA-QMS의 모니터링 결과를 분석하여 상기 세정공정의 식각 종말점을 최적화하는 것을 특징으로 하는 상기 플라즈마 식각챔버의 잔류물제거를 위한 인시류 세정방법.

청구항 30

제 25 항에 있어서,

상기 식각챔버 내의 잔류물 제거를 위한 세정단계와 펌핑단계 사이에 에이징(aging) 단계를 더 수행하는 것을 특징으로 하는 상기 플라즈마 식각챔버의 잔류물제거를 위한 인시류 세정방법.

청구항 31

제 29 항에 있어서,

상기 에이징단계에서는 식각챔버 내에 상기 SF_6 가스의 공급을 중단하고 Cl_2 가스를 공급하면서 수행하는 것을 특징으로 하는 상기 플라즈마 식각챔버의 잔류물제거를 위한 인시류 세정방법.

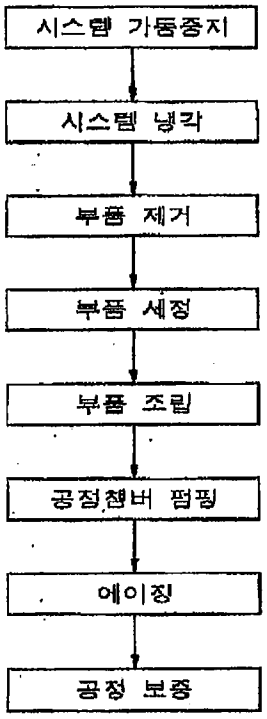
청구항 32

제 31 항에 있어서,

상기 에이징단계에서 식각챔버 내에 N_2 가스를 더 공급하면서 수행하는 것을 특징으로 하는 상기 플라즈마 식각챔버의 잔류물제거를 위한 인시류 세정방법.

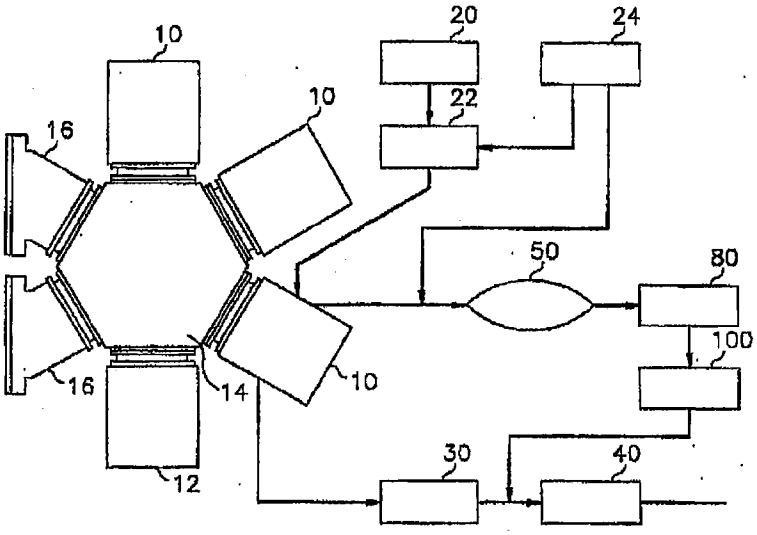
도면

도면1

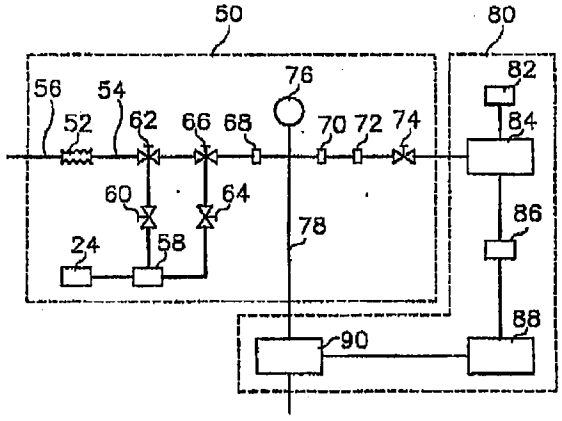


15-10

도면2

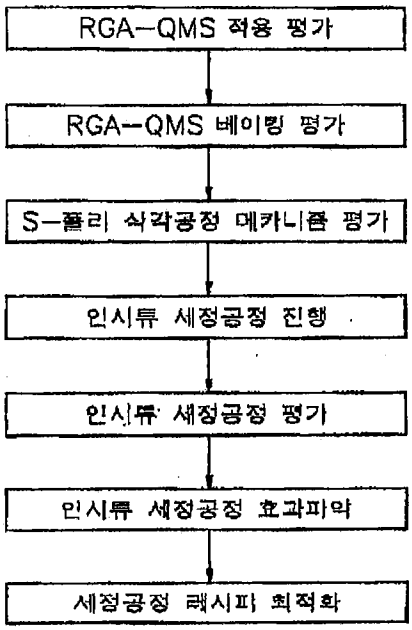

10
20
24
10
22
16
50
80
100
16
14
10
12
30
40

도면3

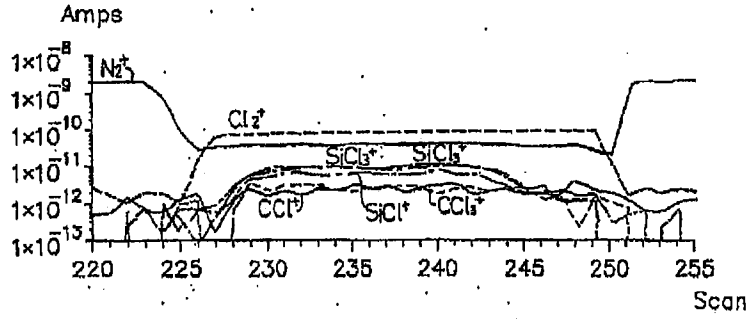

50
80
56
54
76
82
52
62
66
68
70
72
74
84
60
64
86
78
24
58
88
90

15-11

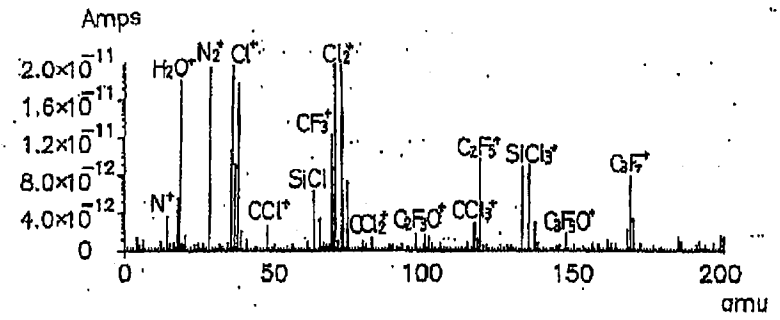
도면4


RGA-QMS 적용 평가
RGA-QMS 베이킹 평가
S-폴리 식각공정 메카니즘 평가
인시튜 세정공정 진행
인시튜 세정공정 평가
인시튜 세정공정 효과파악
세정공정 레시피 최적화

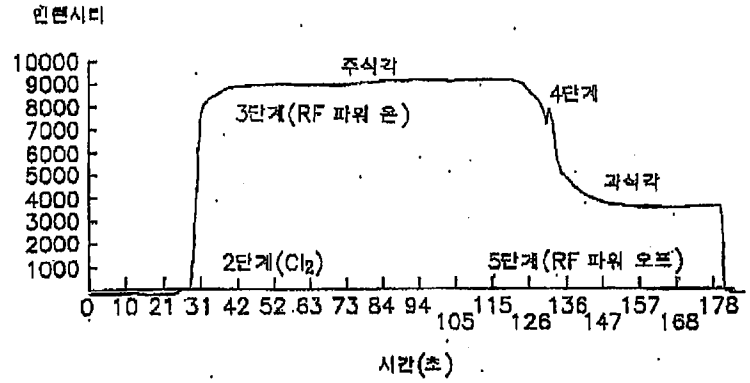
도면5


Amps
1×10⁻⁸
1×10⁻⁹
1×10⁻¹⁰
1×10⁻¹¹
1×10⁻¹²
1×10⁻¹³
N2+
Cl2+
SiCl2+
SiCl3+
CCl+
SiCl+
CCl3+
220
225
230
235
240
245
250
255
Scan

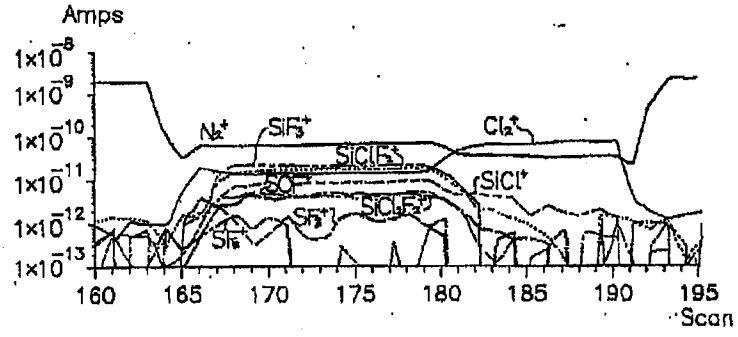
도면6


Amps
2.0×10⁻¹¹
1.6×10⁻¹¹
1.2×10⁻¹¹
8.0×10⁻¹²
4.0×10⁻¹²
0
H₂O⁺
N₂⁺
Cl⁺
Cl₂⁺
CF₃⁺
SiCl⁺
N⁺
CCl⁺
CCl₂⁺
C₂F₃O⁺
CCl₃⁺
C₂F₅⁺
SiCl₃⁺
C₃F₅O⁺
C₃F₇⁺
0
50
100
150
200
amu

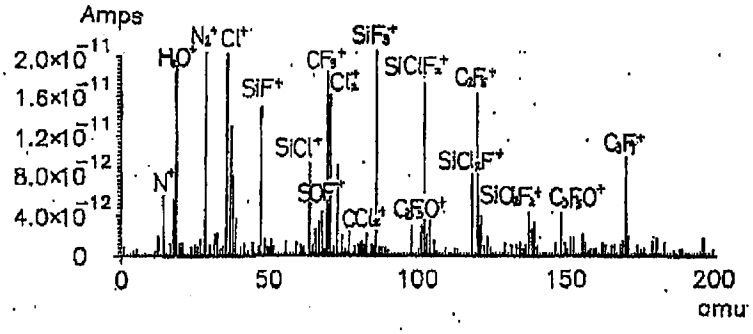
도면7


인텐시티
10000
9000
8000
7000
6000
5000
4000
3000
2000
1000
주식각
3단계(RF 파워 온)
4단계
과식각
2단계(Cl₂)
5단계(RF 파워 오프)
0 10 21 31 42 52 63 73 84 94 105 115 126 136 147 157 168 178
시간(초)

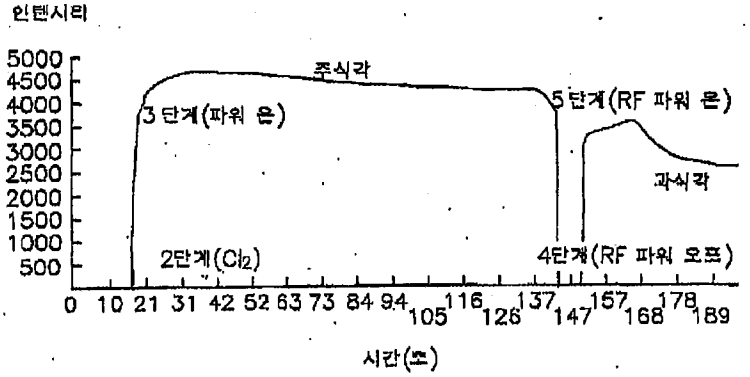
도면8


Amps
1×10⁻⁸
1×10⁻⁹
1×10⁻¹⁰
1×10⁻¹¹
1×10⁻¹²
1×10⁻¹³
N₂⁺
SiF₃⁺
Cl₂⁺
SiClF₃⁺
SiCl⁺
SiF₂⁺
SiClF₂⁺
160
165
170
175
180
185
190
195
Scan

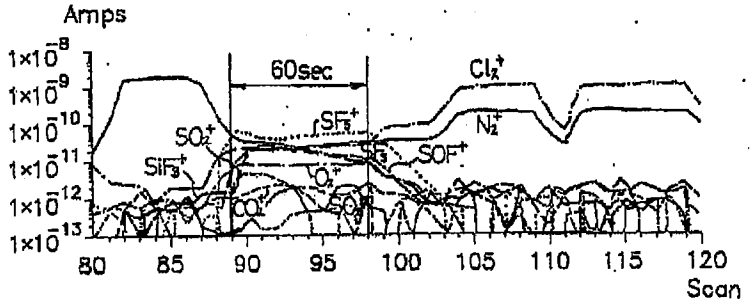
도면9



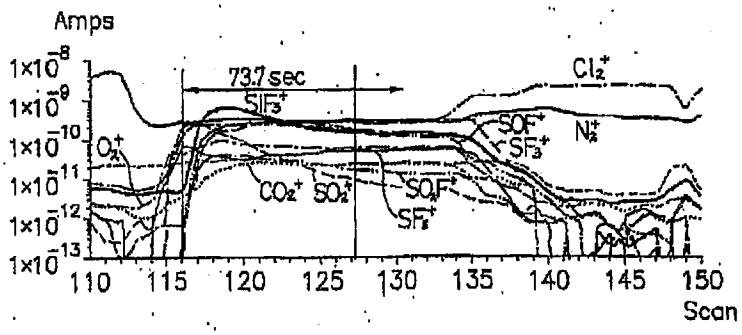
도면10



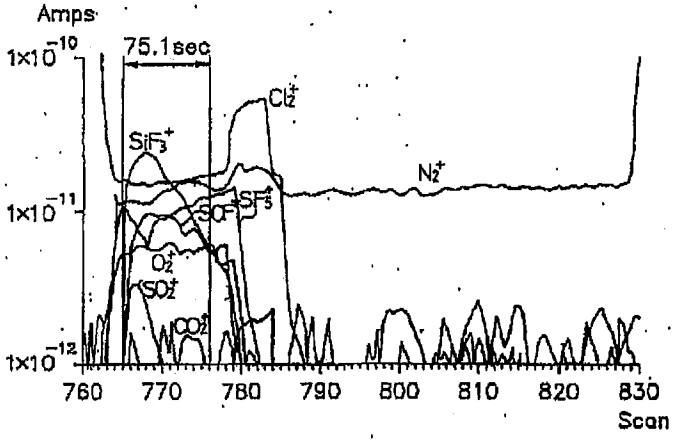
도면11



도면12



도면13



15-15